

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-197605

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

(21)Application number : 2001-399285

(71)Applicant : SHIBAURA MECHATRONICS CORP

(22)Date of filing : 28.12.2001

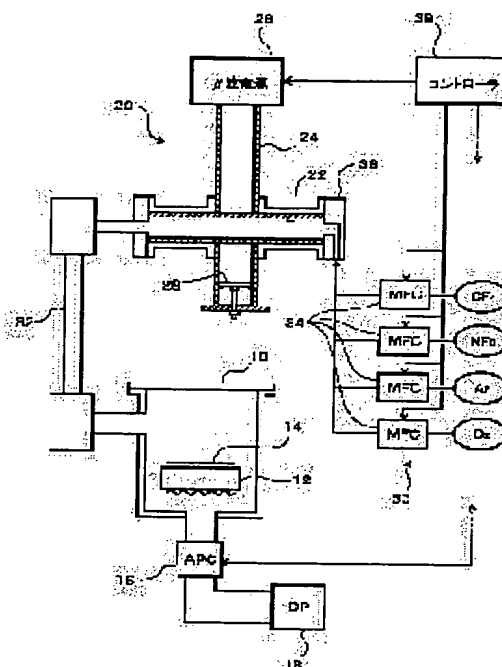
(72)Inventor : YONEMOTO KIMIHIKO

(54) DRY ETCHING DEVICE AND DRY CLEANING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dry cleaning method applied to a dry etching device provided with a plasma generator employing an alumina discharge tube, which enhances the availability of the device by efficiently removing aluminum fluoride attached to the inner surface of the alumina discharge tube without disassembling a channel for a reactant gas.

SOLUTION: The plasma generator is operated by using an O₂ gas as a reactant gas. In conducting dry cleaning, while suspending dry etching treatment, only the O₂ gas is made to flow as the reactant gas under pressures of 20 to 200 Pa with the operation of the plasma generator. When a CF₄ gas is used, or NF₃ and Ar gases are used as the reactant gases in conducting dry etching treatment, the O₂ gas may be added thereto.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミナ放電管を用いたプラズマ生成部を備えるドライエッチング装置に適用するドライクリーニング方法において、

反応ガスとして O_2 ガスを用いてプラズマ生成部を作動させることを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項2】 反応ガスとして、 O_2 ガスのみを圧力20～200Paで流す請求項1のドライクリーニング方法。

【請求項3】 反応ガスとして NF_3 ガスおよびArガスをを用いる場合に O_2 ガスを添加してドライエッチングを行う請求項1のドライエッチング方法。

【請求項4】 アルミナ放電管を用いたプラズマ生成部を備えるドライエッチング装置において、真空処理室を形成する真空容器と、前記アルミナ放電管の一端から O_2 ガスおよびフッ素系ガスを含む反応ガスの少なくとも一方を供給する反応ガス供給部と、アルミナ放電管内で生成したプラズマガスを前記真空容器に導くガス導入管と、アルミナ放電管に O_2 ガスを供給してドライクリーニングを行うコントローラと、を備えることを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項5】 プラズマ生成部は、アルミナ放電管の一部を囲む導波管と、この導波管の一端からマイクロ波を供給するマイクロ波電源とを備え、マイクロ波によってアルミナ放電管内を流れる反応ガスをプラズマ化する請求項4のドライエッチング装置。

【請求項6】 コントローラは O_2 ガスのみを供給してプラズマ生成部を作動させる請求項4または5のドライエッチング装置。

【請求項7】 コントローラは、 NF_3 ガスおよびArガスを供給しつつ真空容器内に置いた被処理物をエッチング処理する場合に、反応ガスに O_2 ガスを添加してエッチング処理を行う請求項4または5のドライエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、アルミナ放電管を用いたプラズマ生成部で生成したプラズマガスを真空容器に導く放電分離型のドライエッチング装置と、この装置に適用するドライクリーニング方法とに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 真空容器から離れたプラズマ生成部で生成したプラズマガスを真空容器に導き、真空容器内でエッチングなどの処理を行う放電分離型（リモートプラズマ型）のドライエッチング装置が知られている。

【0003】 ここで用いるプラズマ生成部としては、高温に耐える材料、例えばアルミナで作った放電管（アルミナ放電管）に反応ガスを流す一方、この放電管の外側

から加えたマイクロ波により反応ガスを励起（活性化）して反応ガスをプラズマ化するものである。このプラズマ化したガス（プラズマガス）はガス導入管によって真空容器に導かれ、被処理物を処理するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ここにエッチング処理では、反応ガスとして通常 CF_4 、 NF_3 などのF系（フッ素系）のガスを用いている。これらの反応ガスがアルミナ放電管内で活性化されると、フッ素（F）のラジカル（ F^* ）が生成される。

【0005】 一方放電管の材料であるアルミナ（ Al_2O_3 ）はAl（アルミニウム）を含んでいる。このAlはフッ素のラジカル（ F^* ）と結合してAlF（フッ化アルミ）になる。このAlFは黒色であってアルミナ放電管の内面に黒く堆積することになり、プラズマガスの生成の障害になる。すなわちAlFが堆積すると、エッチャント（反応種であるラジカル F^* やイオン）の活性が失われ（失活）、エッチングレート（エッチング速度）の低下を招いたりする原因となる。

【0006】 またこの堆積物のパーティクル（微粒子）が放電管の内面から剥離して反応ガスと共に真空容器に入ると、被処理物の表面に付着することがあり得る。この被処理物に付着したパーティクルは製品歩留まりを低下させる原因となる。このためアルミナ放電管では、その内面に付着したAlFを定期的にクリーニングすることが必要になる。

【0007】 従来のクリーニング法は、アルミナ放電管の内面を液状の薬品（洗浄液）で洗浄するウェットクリーニング法であった。この方法では、クリーニング時にアルミナ放電管を取外したり反応ガスの流路を分解することが必要である。このためクリーニングのためにエッチング装置を長時間停止させなければならず、装置の稼働率が低下するという問題があった。

【0008】 この発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、反応ガスの流路を分解することなくアルミナ放電管内面に付着するAlFを効率良く除去し、装置の稼働率を上げることができるとドライエッチング装置のドライクリーニング方法を提供することを第1の目的とする。またこの方法の実施に直接使用するドライエッチング装置を提供することを第2の目的とする。

【0009】

【発明の構成】 この発明によれば第1の目的は、アルミナ放電管を用いたプラズマ生成部を備えるドライエッチング装置に適用するドライクリーニング方法において、反応ガスとして O_2 ガスを用いてプラズマ生成部を作動させることを特徴とするドライクリーニング方法、により達成される。

【0010】 ドライエッチング処理を中止してドライクリーニングを行う場合には、反応ガスとして O_2 ガスのみを圧力20～200Paで流しながらプラズマ生成部

を作動させる。ドライエッチング処理に反応ガスとしてCF₄ガスを用いたり、NF₃およびArガスを用いる場合には、これらの反応ガスにO₂ガスを付加してドライエッチング処理を行ってもよい。この場合にはAlFの発生を抑制しその堆積を防ぐ効果が得られる。従ってこの方法をO₂ガスのみを用いたドライクリーニング法と併用することにより、本発明の効果は一層大きくなる。

【0011】この発明によれば第2の目的は、アルミナ放電管を用いたプラズマ生成部を備えるドライエッチング装置において、真空処理室を形成する真空容器と、前記アルミナ放電管の一端からO₂ガスおよびフッ素系ガスを含む反応ガスの少なくとも一方を供給する反応ガス供給部と、アルミナ放電管内で生成したプラズマガスを前記真空容器に導くガス導入管と、アルミナ放電管にO₂ガスを供給してドライクリーニングを行うコントローラと、を備えることを特徴とするドライエッチング装置、により達成される。

【0012】プラズマ生成部としては、アルミナ放電管の一部を囲む導波管にマイクロ波を導入し、このマイクロ波によってアルミナ放電管内を流れる反応ガスを励起するマイクロ波励起プラズマ源を用いることができる。コントローラは、反応ガスとしてO₂ガスを流しながらプラズマ生成部を作動させるように制御することによりドライクリーニングを行うことができる。しかしコントローラは、NF₃およびArガスを用いてドライエッチングする場合に、反応ガスにO₂を添加してドライエッチングを行ってもよい。

【0013】

【作用】この発明によるドライクリーニング機構は次のように考えられる。すなわち[AlF+O→AlO+F]のような機構によりO(酸素原子)とF(フッ素原子)との置換が行われると考えられる。

【0014】

【実施態様】図1は本発明に係る装置の一実施態様を示す概念図である。この図において符号10は真空容器である。この真空容器10内にはヒータ付きの保持台12が昇降可能に設けられ、その上面には被処理物としてのウェハ14が保持されている。

【0015】真空容器10の底には、圧力制御器(Air Pressure Controller, APC)16を介してターボ分子ポンプ(TMP)などのドライポンプ18が接続されている。圧力制御器16は、真空容器10の内圧を検出する真空計(図示せず)の出力に基づいて、真空容器16の内圧を所定圧に制御する。

【0016】20はプラズマ生成部であり、マイクロ波により反応ガスを励起し、プラズマ化して真空容器10に導く。プラズマ生成部20は、アルミナ(Al₂O₃)で作られた放電管22と、この放電管22にその中央付近で交叉する導波管24と、この導波管24の一端からマイクロ波を供給するマイクロ波電源26と、導波管2

4の他端に取付けられた終端整合器28とを持つ。

【0017】アルミナ放電管22の一端には反応ガス供給部30から反応ガスが供給される。アルミナ放電管22の他端はガス導入管32によって真空容器10に接続されている。ここにガス導入管32はプラズマガスによる腐蝕に耐える材料、例えば石英、ステンレス鋼、セラミックス、一部のフッ素ベース材料などのチューブで作られている。

【0018】マイクロ波電源26が供給する所定周波数のマイクロ波は、導波管24を通り、アルミナ放電管22を透過してアルミナ放電管22内を流れる反応ガスを励起する。ここに終端整合器28は、マイクロ波がアルミナ放電管22を効率良く透過するようにインピーダンスを整合させるため、その位置を調整することができるようにしている。

【0019】反応ガス供給部30は、種々のガスを選択的にまたは組合せて同時に供給する。例えば、CF₄、NF₃、Ar、O₂のガスがそれぞれ流量制御弁(Mass Flow Controller, MFC)34を介し、アルミナ放電管22の一端に取付けた端板36を通してアルミナ放電管22内に供給可能である。各ガスの供給量はコントローラ38によって制御される。

【0020】このコントローラ38はまた、APC16により真空容器10の内部の真空度を制御したり、マイクロ波電源26やドライポンプ18などを制御する。すなわちこの制御はその全体の動作がコントローラ38により制御されるものである。

【0021】次にこの装置の動作を説明する。通常のドライエッチング処理では、コントローラ38はドライポンプ18を作動させ、APC16を制御することによって真空容器10内を一定の真空度に保つ。一方反応ガス供給部30からは、CF₄またはNF₃とArの混合ガスをアルミナ放電管22に供給する。この時の各ガスの流量は、MFC34によりコントローラ38が制御する。

【0022】この状態でコントローラ38がマイクロ波電源26を作動させれば、反応ガスは励起されてプラズマ化される。このプラズマガスはガス導入管32によって真空容器10に導かれ、保持台12に保持されたウェハ14をエッチングする。

【0023】このエッチング時には、アルミナ放電管22のアルミ成分とプラズマガスとが反応してAlFが生成され、このAlFがアルミナ放電管22の内面などに黒く堆積する。この付着したAlFを除去するために、コントローラ38はドライクリーニングの処理を行う。

【0024】このドライクリーニングでは、コントローラ38はまずウェハ14を真空容器10から搬出し、真空容器10内圧を一定にする。例えば20Pa~200Paの間の一定圧に保つ。一方反応ガス供給部30からはO₂ガスのみを供給する。O₂ガスを供給してアルミナ放電管22内に流しつつ、コントローラ38はマイクロ

(4)

5

波電源26からマイクロ波を出力させる。

【0025】このマイクロ波によりアルミナ放電管22内を流れるO₂ガスが励起される。この結果アルミナ放電管22の内面に付着したAlFが除去され、AlOやFなどの気体となってO₂ガスと共に真空容器10に流れ、ドライポンプ18により排出される。

【0026】コントローラ38は、反応ガスとしてCF₄や、NF₃とArの混合ガスを用いてエッチングを行う際に微量のO₂ガスを添加してもよい。例えば12インチのウェハをエッチング処理する装置において、約5 sccm (Standard Cubic Centimeter) を添加する。このO₂の添加によりAlFの発生を抑制し、ドライクリーニングを行う際の処理所要時間を少なくすることができる。

【0027】図2はこのように、CF₄やNF₃にArを加えた反応ガスに微量のO₂ (約5 sccm) を添加して直径12インチのウェハの表面に形成したSiO₂ (酸化シリコン) 膜をエッチングした場合の効果を示す図である。この図で横軸はTotal放電時間 (hour) を、縦軸はSiO₂のエッチングレートE/R (nm/min) を示す。またA、Bは、それぞれ反応ガスCF₄およびNF₃+ArにO₂を添加した場合の実験結果を示す。

【0028】この実験結果から、O₂を添加しない場合 (a、b) にはエッチングレートE/Rは放電時間と共に急激に低下するのに対し、O₂を添加した場合には長時間 (100時間以上) にわたってエッチングレートE/Rの低下はほとんど起こらないことが解った。

【0029】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、O₂ガスを流してプラズマ生成部を作動させるから、アルミナ放電管の内面に堆積するAlFを活性化したO (酸素) によって気体にしO₂ガスと共に排出することができる。このためアルミナ放電管の内面をドライクリーニングすることができる。

【0030】この時に用いる反応ガスはO₂ガスのみであればクリーニング効果は大きくなる (請求項2)。O₂ガスはエッチングガスに混合してもよい (請求項3)。この場合には、アルミナ放電管へのAlFの堆積量を減らし、またO₂ガスのみによるドライクリーニング処理を容易にすることができる。

【0031】請求項4~7の発明によれば、請求項1の方法の実施に直接使用するケミカルエッチング装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

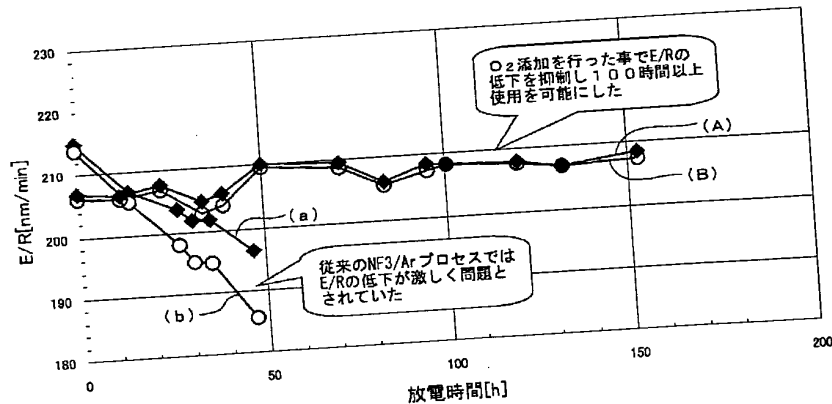
【図1】本発明に係るドライエッチング装置の概念図

【図2】本発明の効果を示す図

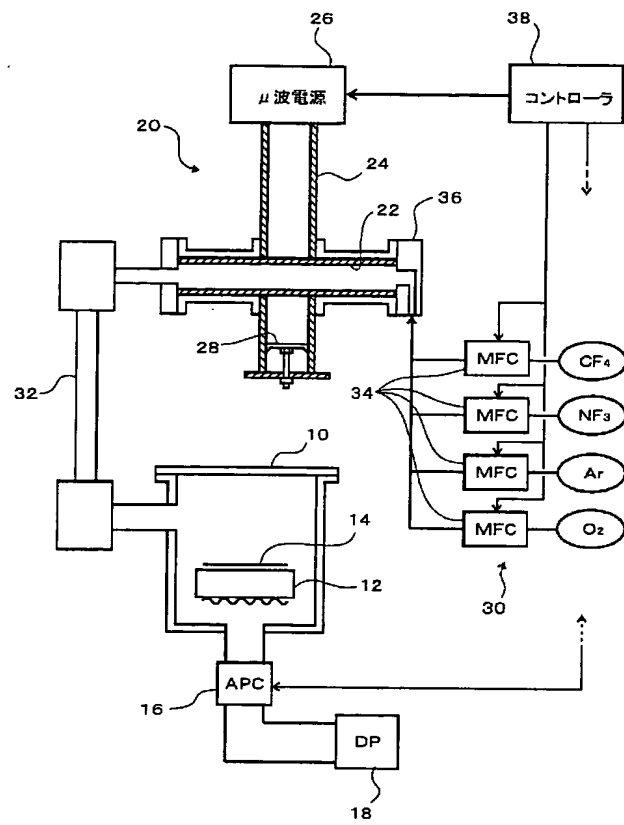
【符号の説明】

- 10 真空容器
- 14 ウェハ (被処理物)
- 16 圧力制御器 (APC)
- 18 ドライポンプ
- 20 プラズマ生成部
- 22 アルミナ放電管
- 24 導波管
- 26 マイクロ波電源
- 30 反応ガス供給部
- 38 コントローラ

【図2】



【図1】



THIS PAGE BLANK (USPTO)